



LABORATORIO NACIONAL
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES



programa de infraestructura
del transporte

Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA)

Proyecto: LM-PI-UGERVN-04-2014

EVALUACION SUPERFICIAL PISTA DE ATERRIJAJE AEROPUERTO INTERNACIONAL JUAN SANTA MARIA

Preparado por:

Unidad de Gestión y Evaluación de la Red Vial Nacional

San José, Costa Rica
Marzo, 2014



Documento generado con base en el Artículo 6, inciso c) de la Ley 8114 y lo señalado en el Capítulo II, Artículo 14 del Reglamento del Artículo 6 de la precitada ley, publicada mediante Decreto DE-37016-MOPT.

1. Informe LM-PI-UGERVN-04-2014		2. Copia No. 1
3. Título: Evaluación superficial pista de aterrizaje Aeropuerto Internacional Juan Sata María		4. Fecha del Informe Marzo, 2014
7. Organización y dirección Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica Tel: (506) 2511-2500 / Fax: (506) 2511-4440		
8. Notas complementarias No aplica		
9. Resumen <i>El presente informe presenta la evaluación realizada con el equipo de auscultación visual de imágenes digitales georreferenciadas a la superficie de ruedo de la pista principal de aterrizaje del Aeropuerto Internacional Juan Santa María</i>		
10. Palabras clave Evaluación superficial, aeropuerto, deterioros	11. Nivel de seguridad: Ninguno	12. Núm. de páginas 20
13. Preparado por:		
Ing. Cristian Valverde C. Evaluador  Fecha: 7/03/14	Ing. José Francisco Garro M., M.Sc Geógrafo  Fecha: 7 marzo 2014	
14. Revisado por:		
Ing. Roy Barrantes Jiménez Coordinador UGERVN  Fecha:		



ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	5
2. OBJETIVOS DE LA EVALUACIÓN	6
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	6
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6
3. METODOLOGÍA	7
4. ÁREA DE ESTUDIO.....	11
5. ANÁLISIS DE RESULTADOS.	12
6. CONCLUSIONES.....	14
ANEXO	15

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 TIPOS DE DETERIOROS TÍPICOS EN CARRETERAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE.....	10
--	----

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 EQUIPO DE AUSCULTACIÓN VISUAL CON IMÁGENES DIGITALES GEORREFERENCIADAS...8	8
FIGURA 2 FORMULARIO PARA EVALUACIÓN.....	9
FIGURA 3 DEFINICIÓN CARRILES PARA EVALUACIÓN.....	11
FIGURA 4 PORCENTAJE DE ÁREA DETERIORADA	12
FIGURA 5 PORCENTAJE DE LONGITUD DETERIORADA.....	13
FIGURA 6 PUNTOS DE REFERENCIA PARA GEORREFERENCIACIÓN.....	14
FIGURA A. 1 GRIETA LONGITUDINAL Y DESPRENDIMIENTO DE AGREGADO. CARRIL 1.....	16
FIGURA A. 2 DESPRENDIMIENTO DE AGREGADO. CARRIL 1.....	16
FIGURA A. 3 BACHEO Y DESPRENDIMIENTO DE AGREGADO. CARRIL 1.....	17
FIGURA A. 4 DESPRENDIMIENTO DE AGREGADO. CARRIL 2.....	17
FIGURA A. 5 GRIETA TRANSVERSAL. CARRIL 2.....	18
FIGURA A. 6 DESPRENDIMIENTO DE AGREGADO. CARRIL 2.....	18
FIGURA A. 7 PRESENCIA DE CAUCHO. CARRIL 4.....	19
FIGURA A. 8 DESPRENDIMIENTO DE AGREGADO. CARRIL 4.....	19

Informe LM-PI-UGERVN-04-2014	Fecha de emisión: 7 de marzo de 2014	Página 3 de 20
------------------------------	--------------------------------------	----------------



FIGURA A. 9 GRIETA LONGITUDINAL. CARRIL 420
FIGURA A. 10 PIEL DE LAGARTO. CARRIL 4.....20

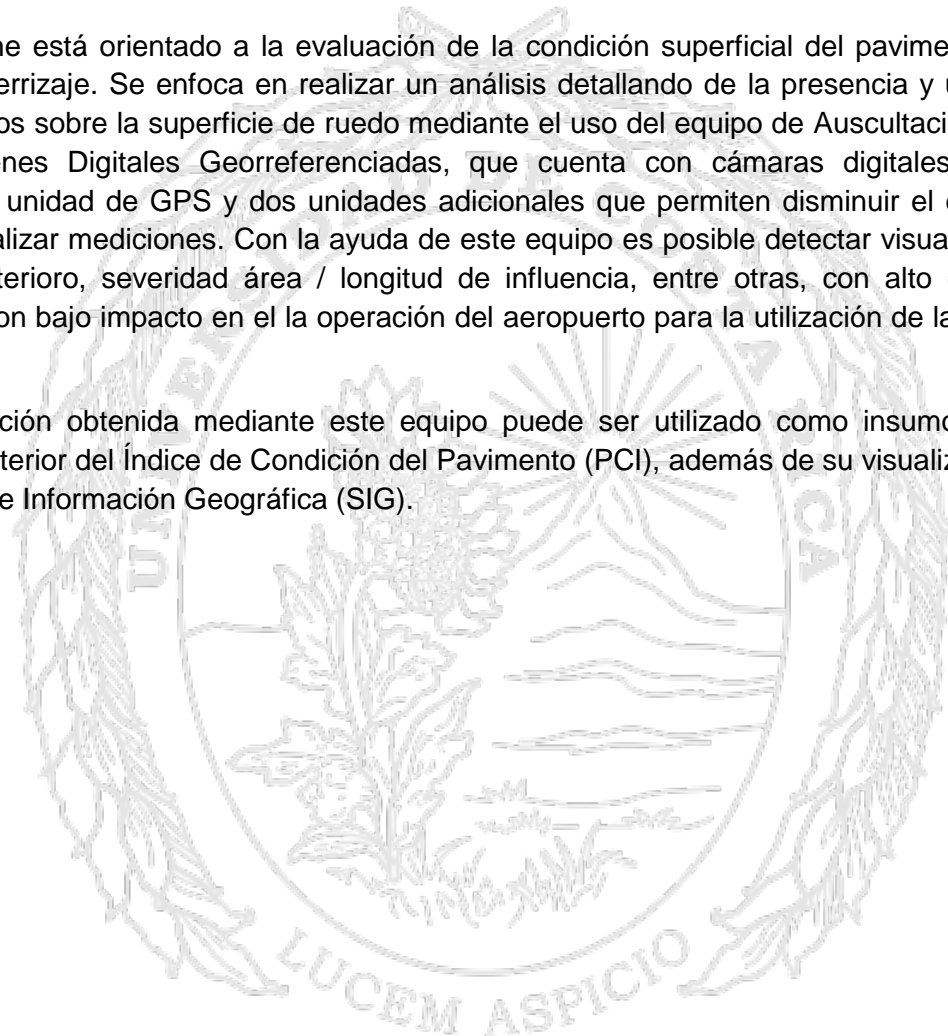


1. Introducción

En todos los proyectos en que se involucre la presencia de pavimentos, es necesario tener un estricto control de parámetros: la condición estructural, condición funcional, resistencia superficial y condición superficial del pavimento, las obras de drenaje. Estos parámetros permiten tener un diagnóstico objetivo del estado en el que se encuentra el pavimento y definir así las posibles técnicas de mantenimiento y preservación que brinden una mejora a la vida útil del proyecto reduciendo costos de mantenimiento y posibles accidentes provocados por defectos sobre el pavimento.

Este informe está orientado a la evaluación de la condición superficial del pavimento de la pista de aterrizaje. Se enfoca en realizar un análisis detallando de la presencia y ubicación de deterioros sobre la superficie de ruedo mediante el uso del equipo de Auscultación Visual con Imágenes Digitales Georreferenciadas, que cuenta con cámaras digitales de alta resolución, unidad de GPS y dos unidades adicionales que permiten disminuir el error a la hora de realizar mediciones. Con la ayuda de este equipo es posible detectar visualmente el tipo de deterioro, severidad área / longitud de influencia, entre otras, con alto grado de precisión con bajo impacto en la operación del aeropuerto para la utilización de la pista de aterrizaje.

La información obtenida mediante este equipo puede ser utilizado como insumo para el cálculo posterior del Índice de Condición del Pavimento (PCI), además de su visualización en Sistemas de Información Geográfica (SIG).



Informe LM-PI-UGERVN-04-2014	Fecha de emisión: 7 de marzo de 2014	Página 5 de 20
------------------------------	--------------------------------------	----------------

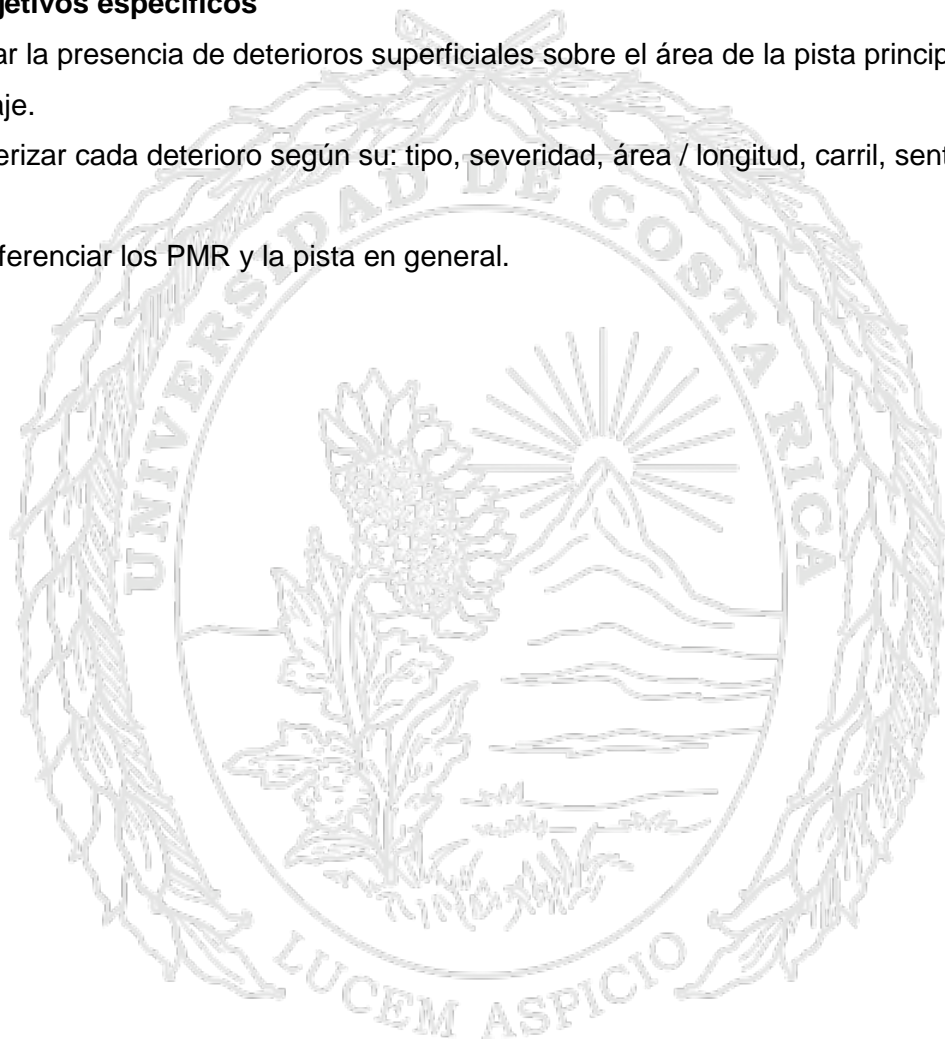
2. Objetivos de la evaluación

1.1. Objetivo General

Evaluar la condición superficial de la pista principal de aterrizaje del aeropuerto georreferenciando cada deterioro detectado y registrando las características propias de cada uno.

1.2. Objetivos específicos

- Detectar la presencia de deterioros superficiales sobre el área de la pista principal de aterrizaje.
- Caracterizar cada deterioro según su: tipo, severidad, área / longitud, carril, sentido, carril.
- Georreferenciar los PMR y la pista en general.



3. Metodología

Para la evaluación superficial de la pista de aterrizaje, se utilizó el procedimiento indicado por la norma ASTM D-6433 para la detección de deterioros superficiales en pavimentos de concreto asfáltico

El método que se utilizó para la evaluación fue semiáutomatizado mediante el uso del Equipo de Auscultación Visual con Imágenes Digitales Georreferenciadas mostrado en la Figura 1, el cual cuenta con 6 cámaras de alta resolución, una unidad de GPS para obtener las coordenadas del sitio evaluado y dos instrumentos adicionales como lo son la Unidad de Medición Inercial (IMU por sus siglas en inglés) y un odómetro, los cuales por un proceso interno que realiza el equipo, permite tener un producto final con una precisión de medición de 15 ± 5 cm. El equipo cuenta con dos configuraciones con las que se puede programar la adquisición de imágenes, una es programar la frecuencia con base en la distancia recorrida, indicando la longitud en metros a los que se desea tener el registro fotográfico estando ligado directamente a la velocidad de avance del vehículo, puesto que está relacionado a la nitidez de la imagen tomada, y la otra forma de obtener el registro fotográfico es por tiempo, lo que consiste básicamente en mantener el vehículo en un punto estático mientras que se hace el registro fotográfico cada cierta cantidad de segundos. Para ambos casos y por la naturaleza del equipo, es necesario realizar la adquisición de información en montos del día con los que se cuenta con luz suficiente que permita una nitidez clara de la imagen, además de que la superficie se encuentre seca y en lo posible libre de suciedad.

Por ser un equipo con características muy particulares, requiere de la utilización de software especializado provisto por la empresa que ha desarrollado este equipo de evaluación, por lo que fue necesario utilizar el software Trident Analysis for GIS 5.0 para realizar la interpretación de las imágenes adquiridas por el equipo y registrar los deterioros encontrados con la información detallada en la Figura 2.

Informe LM-PI-UGERVN-04-2014	Fecha de emisión: 7 de marzo de 2014	Página 7 de 20
------------------------------	--------------------------------------	----------------



Figura 1 Equipo de Auscultación Visual con Imágenes Digitales Georreferenciadas

Para el registro de los deterioros encontrados, se utilizó el formulario mostrado en la Figura 2 que contiene la información necesaria para cada deterioro, la cual se detalla a continuación:

- Ruta: numeración de cada carril (mostrado en la Figura 3)
- Sección de control: No aplica
- Sentido: Norte - Sur, Sur - Norte
- Estacionamiento: No aplica
- Tipo: tipo de deterioro evaluado
- Gravedad: Severidad del deterioro (Baja, Media, Alta)
- A: área del deterioro
- Longitud: longitud de deterioro (para el caso de las grietas)

Layer Form

Deterioros_sobre_pavimento

Field	Value
Ruta	0
Seccion de control	0
Sentido	nil
Estacionamiento	0
Tipo	nil
Gravedad	nil
A	0.00
Longitud	DXY

Copy Paste

Close Apply Ok

Figura 2 Formulario para evaluación

Para la definición de los criterios de severidad con los que se realizó la evaluación de los deterioros sobre el pavimento de la pista, se utilizó lo definido en la norma ASTM D-6433 para pavimentos flexibles. La descripción del tipo de deterioros y su nivel de severidad encontrados se presenta en la Tabla 1

Tabla 1 Tipos de deterioros típicos en carreteras de pavimento flexible

Deterioro	Descripción	Severidad
Bacheo	Área donde el pavimento original fue removido y reemplazado por material similar o diferente, para reparar la estructura o para permitir la instalación o reparación de alguna red de servicio.	Baja: en muy buena condición y su desempeño es satisfactorio Media: presenta daños y deficiencias en los bordes. Alta: gravemente deteriorado y requiere ser reparado pronto.
Desprendimiento de Agregados	Disgregación superficial de la capa de rodadura debido a una pérdida gradual de agregados, haciendo la superficie más rugosa y exponiendo de manera progresiva los materiales a la acción del tránsito y los agentes climáticos	Baja: los agregados gruesos empiezan a desprenderse y hay pequeños huecos con separación mayor a 0.15 m. Media: mayor desprendimiento de agregados, con separaciones entre 0.5 m y 0.15 m. Alta: desprendimiento extensivo de agregados con separaciones menores a 5 cm haciendo la superficie muy rugosa con agregados sueltos.
Exudación	Película o afloramiento del ligante asfáltico sobre la superficie del pavimento generalmente brillante, resbaladiza y usualmente pegajosa. Puede llegar a afectar la resistencia al deslizamiento.	Baja: visible en la superficie, en franjas aisladas y de espesor delgado, no cubre los agregados gruesos. Media: exceso de asfalto que conforma una película parcial sobre los agregados, se localiza en la huella de tráfico, se torna pegajoso en climas cálidos. Alta: presencia significativa de asfalto en la superficie, cubriendo casi la totalidad de los agregados, presenta un aspecto húmedo de intensa coloración negra.
Grieta longitudinal y transversal	Discontinuidades en la mezcla asfáltica en la misma dirección del tránsito o transversal a éste. Representa indicios de la existencia de esfuerzos de tensión en alguna de las capas de la estructura, los cuales han superado la resistencia del material afectado, debido a la fatiga.	Baja: abertura de la fisura menor que 1 mm, cerrada o con sello en buen estado. Media: abertura de la fisura entre 1 mm y 3 mm, pueden existir algunas fisuras de severidad baja en los bordes o cerca de ellos. Alta: fisuras con abertura mayor a 3 mm, puede presentar fisuras con patrones irregulares, puede causar movimientos bruscos a los vehículos.
Huecos	Desintegración total de carpeta asfáltica, dejando expuestos los materiales granulares, aumentando el área afectada y la profundidad debido a la acción del tránsito.	Baja: profundidad menor o igual a 25 mm Media: profundidad de afectación entre 25 mm y 50 mm, está expuesta la base. Alta: profundidad de afectación mayor a 50 mm.
Piel de Lagarto	Serie de fisuras interconectadas con patrones irregulares, generalmente localizadas en zonas sujetas a repeticiones de carga. Las fisuras tienden a iniciarse en la fibra inferior de la capa asfáltica, donde los esfuerzos de tracción son mayores bajo la acción de las cargas.	Baja: fisuras longitudinales paralelas en la huella, con pocos o ninguna conexión. Media: las fisuras forman patrones de polígonos pequeños, sin evidencia de bombeo. Alta: las figuras están interconectadas formando bloques sueltos, presenta bombeo y descascaramiento.

Nota: tomado del Manual de Inspección Visual de Pavimentos Flexibles (Colombia, 2006) y el Manual de Auscultación Visual (LanammeUCR, 2013).

Informe LM-PI-UGERVN-04-2014	Fecha de emisión: 7 de marzo de 2014	Página 10 de 20
------------------------------	--------------------------------------	-----------------

4. Área de estudio

Se ha delimitado esta evaluación en el área que incluye solamente la pista principal de aterrizaje y sus espaldones con una longitud total de 3 km y un ancho de 60 m con una superficie en concreto asfáltico.

Se dividió la superficie de ruedo en 7 carriles (ver Figura 3) con un ancho medio de 5,6 m para permitir tener la mayor cobertura posible del área a evaluar con las cámaras ubicadas sobre el vehículo, registrando información fotográfica cada 2 metros a una velocidad aproximada de 50 km/h.

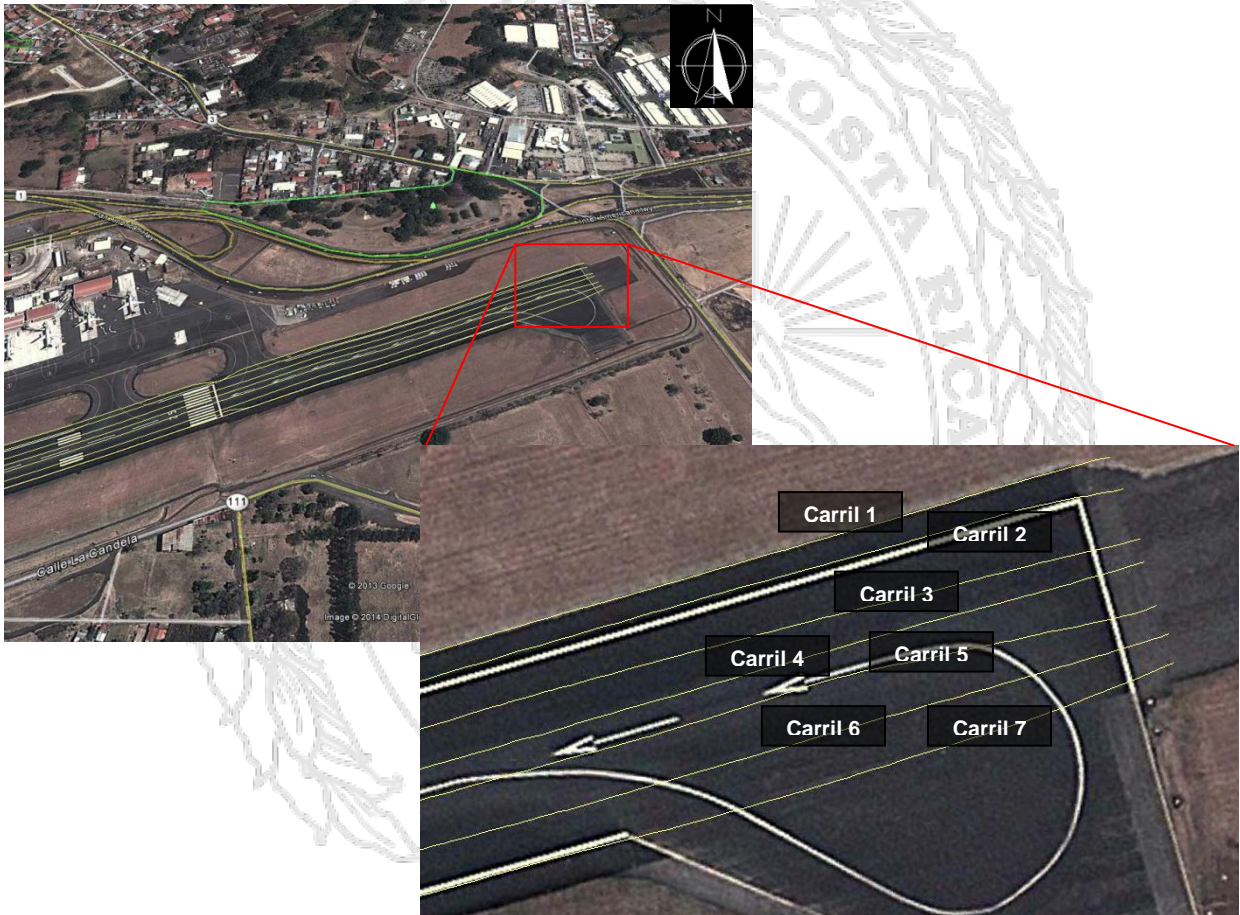


Figura 3 Definición carriles para evaluación

Informe LM-PI-UGERVN-04-2014	Fecha de emisión: 7 de marzo de 2014	Página 11 de 20
------------------------------	--------------------------------------	-----------------

Con el fin de maximizar la ventana de operación con la que se dispuso para realizar el levantado de la información, los carriles tienen la siguiente orientación de avance: los carriles 1, 3, 5 y 7 van de Norte - Sur y para los carriles 2, 4, y 6 de Sur - Norte.

5. Análisis de resultados.

La evaluación visual realizada a la pista de aterrizaje fue hecha con información recolectada el 27 de noviembre del 2013, siguiendo el procedimiento establecido en la norma ASTM D-6433 para la caracterización de los deterioros sobre pavimentos asfálticos.

Se hizo una evaluación minuciosa de la pista de aterrizaje, en la que se detectó que en los carriles 1 y 3 presentan como deterioro predominante el Desprendimiento de Agregado con un porcentaje de área afectada de 8.37% y 8.71% respectivamente (ver Figura 4), el carril 4 presenta la mayor longitud afectada por Grietas Longitudinales / Transversales representando un 32.48% de la longitud total de la pista (ver Figura 5)

En el Anexo se presentan algunos ejemplos de los deterioros detectados.

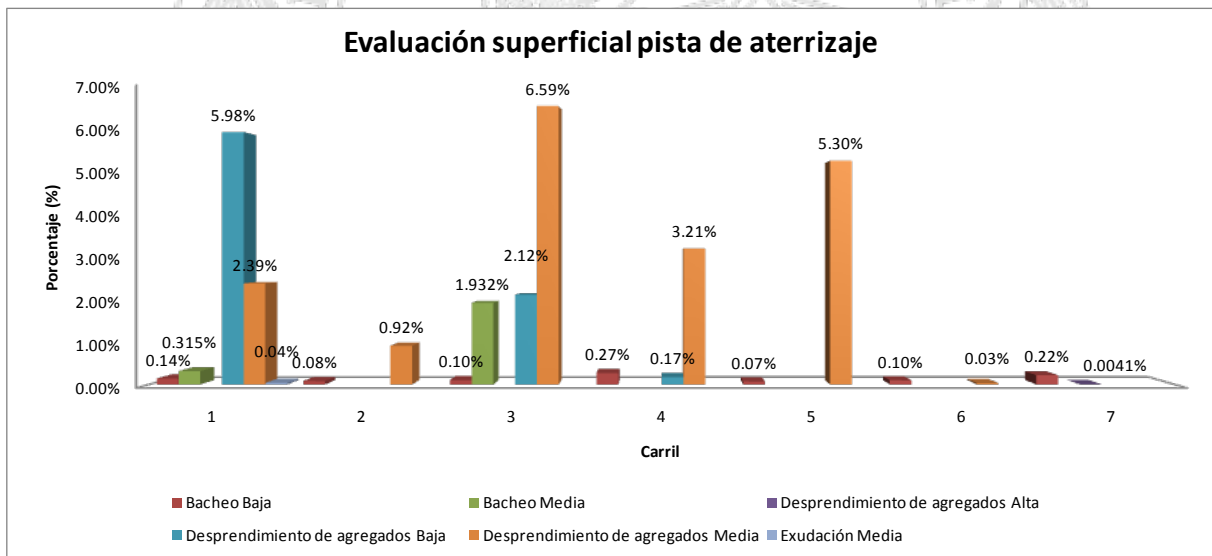


Figura 4 Porcentaje de área deteriorada

Informe LM-PI-UGERVN-04-2014	Fecha de emisión: 7 de marzo de 2014	Página 12 de 20
------------------------------	--------------------------------------	-----------------

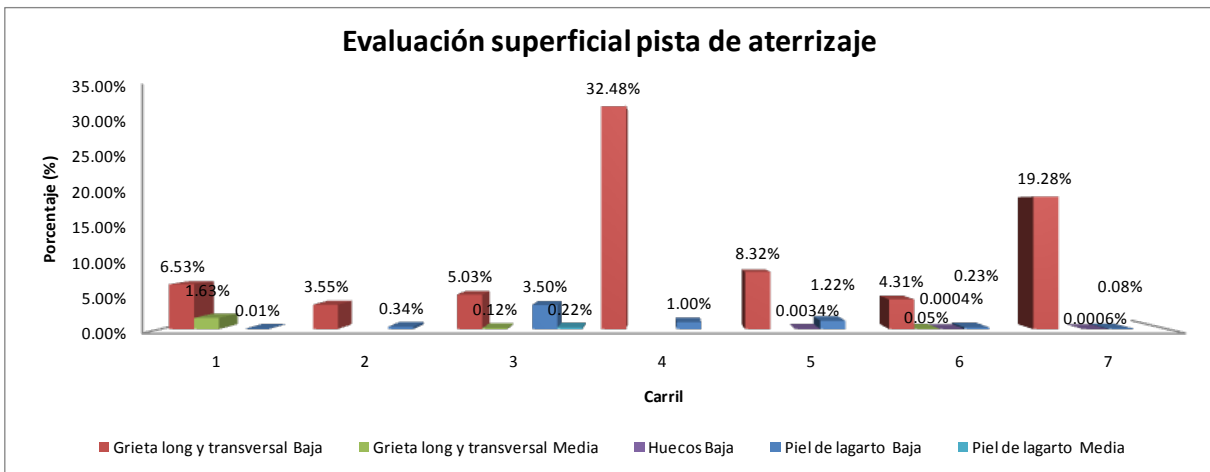


Figura 4 Porcentaje de área deteriorada (continuación)

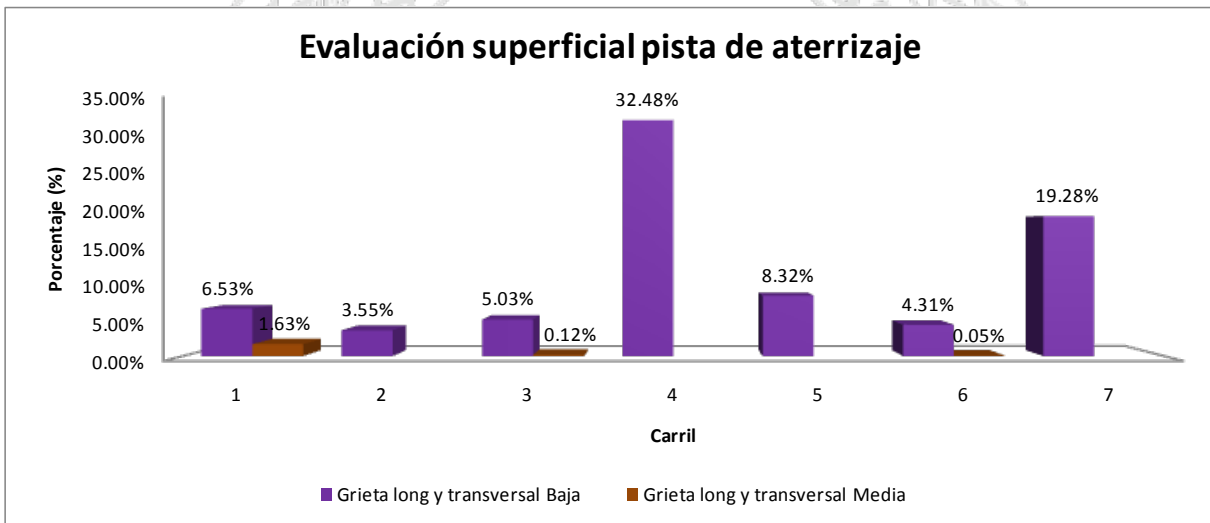


Figura 5 Porcentaje de longitud deteriorada

Para la georreferenciación de toda la pista, se utilizaron imágenes digitales aéreas, usando como puntos de referencias (ver Figura 6) elementos encontrados en los planos proporcionados por AERIS Costa Rica que pudieran ser fácilmente reconocibles. Posteriormente se les asignó las coordenadas a dichos puntos y así extrapolar la ubicación geográfica del resto de elementos. Cabe aclarar que no se puede garantizar una buena precisión en las coordenadas puesto que las imágenes cuentan con un error que no se puede precisar, para realizar este proceso y tener un resultado con mejor precisión es

Informe LM-PI-UGERVN-04-2014	Fecha de emisión: 7 de marzo de 2014	Página 13 de 20
------------------------------	--------------------------------------	-----------------

necesario ir al campo y obtener las coordenadas de los puntos de referencia por medio de un GPS de alta precisión y así disminuir considerablemente el error en la ubicación geográfica.

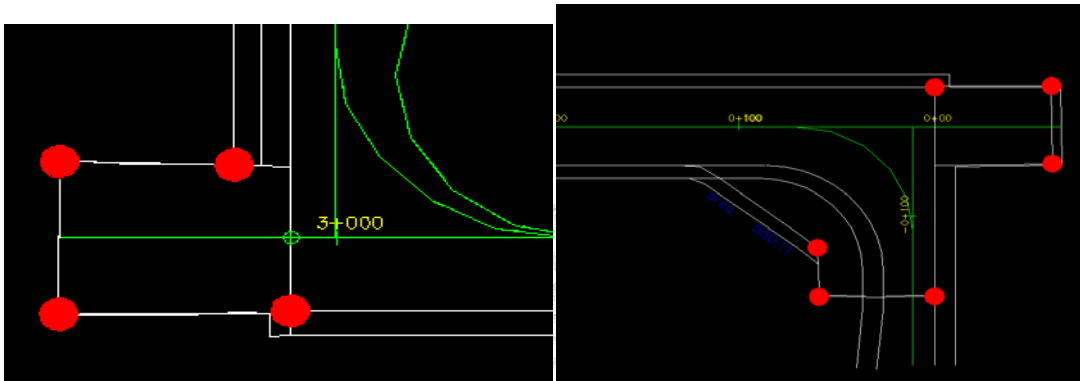


Figura 6 Puntos de referencia para georreferenciación

6. Conclusiones

En general la condición superficial de la pista de aterrizaje no presenta deterioros con severidades medias ni altas, por lo que es necesario mantener políticas de mantenimiento que permitan disminuir o en el mejor de los casos eliminar los deterioros encontrados. Además de un monitoreo constante para la detección a tiempo de nuevos deterioros o el avance en el deterioro de los que se han detectado

Para el caso del desprendimiento de agregado es importante monitorear las áreas en las que está presente este deterioro, puesto que puede llegar a evolucionar a deterioros con mayor gravedad y poner en riesgo la integridad de los aviones y sus pasajeros.

Lo que respecta a las grietas longitudinales y transversales se deben mantener en constante monitoreo para prevenir que las que se encuentran con el sello de grieta se mantengan en buena condición y las grietas que aún no se han sellado, proceder a aplicar el mantenimiento correctivo necesario.

Informe LM-PI-UGERVN-04-2014	Fecha de emisión: 7 de marzo de 2014	Página 14 de 20
------------------------------	--------------------------------------	-----------------



Informe LM-PI-UGERVN-04-2014	Fecha de emisión: 7 de marzo de 2014	Página 15 de 20
------------------------------	--------------------------------------	-----------------



Figura A. 1 Grieta longitudinal y desprendimiento de agregado. Carril 1



Figura A. 2 Desprendimiento de agregado. Carril 1

Informe LM-PI-UGERVN-04-2014	Fecha de emisión: 7 de marzo de 2014	Página 16 de 20
------------------------------	--------------------------------------	-----------------

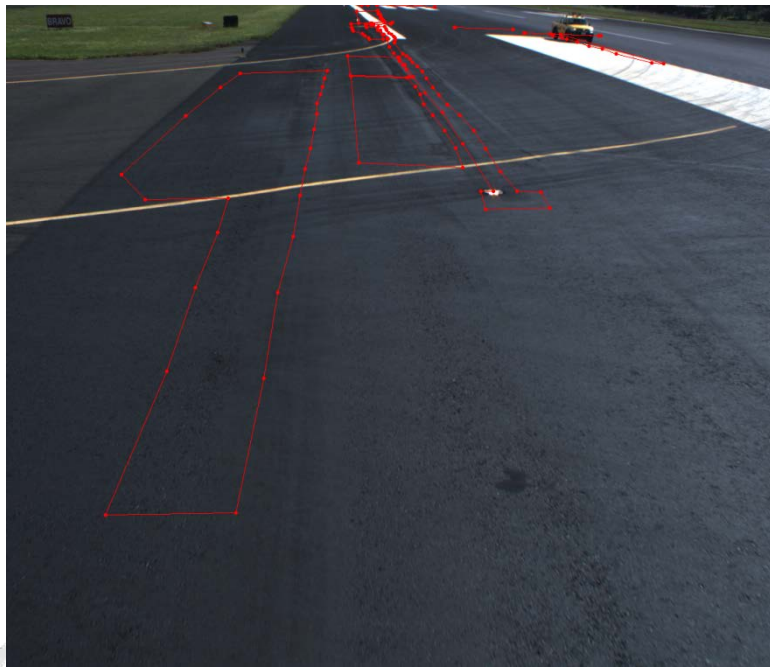


Figura A. 3 Bacheo y Desprendimiento de agregado. Carril 1

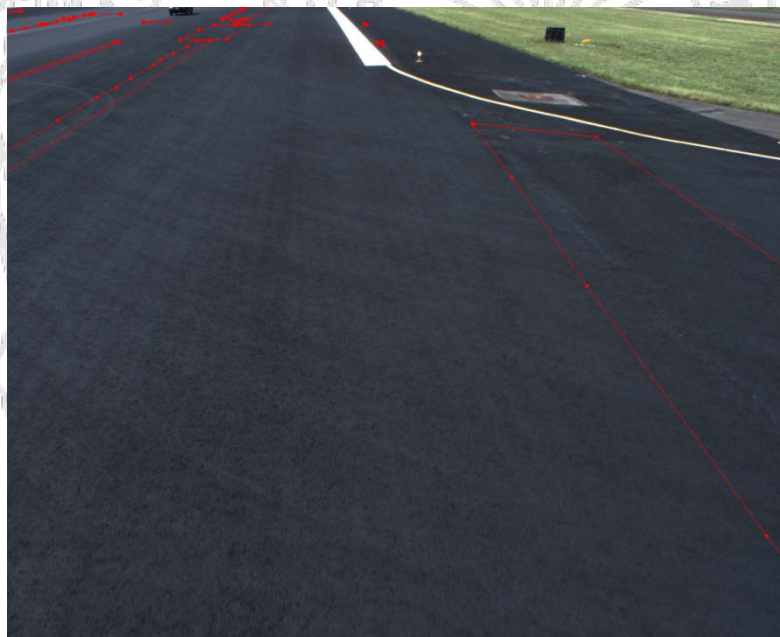


Figura A. 4 Desprendimiento de agregado. Carril 2



Figura A. 5 Grieta Transversal. Carril 2



Figura A. 6 Desprendimiento de agregado. Carril 2

Informe LM-PI-UGERVN-04-2014	Fecha de emisión: 7 de marzo de 2014	Página 18 de 20
------------------------------	--------------------------------------	-----------------



Figura A. 7 Presencia de Caucho. Carril 4

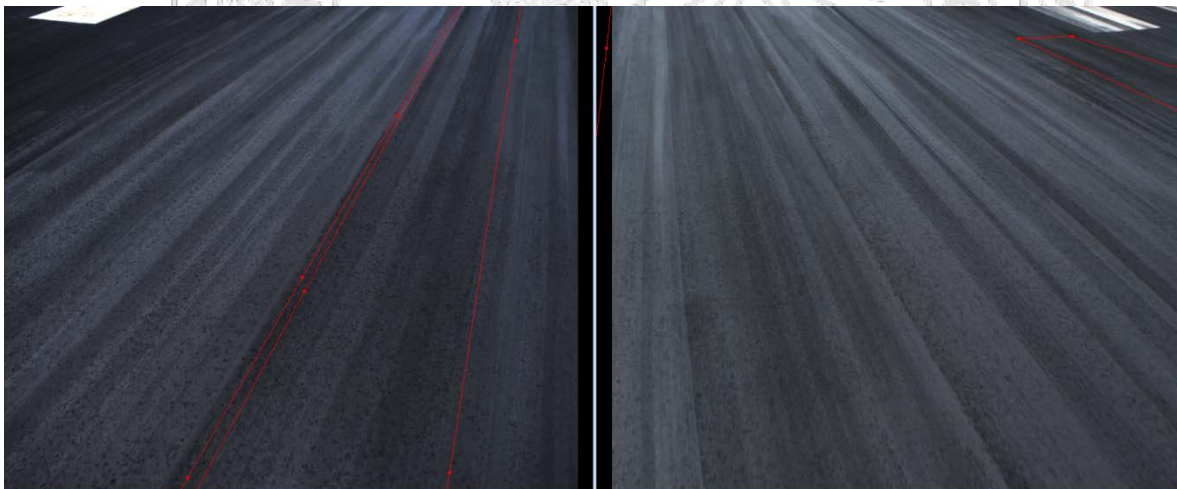


Figura A. 8 Desprendimiento de agregado. Carril 4

Informe LM-PI-UGERVN-04-2014	Fecha de emisión: 7 de marzo de 2014	Página 19 de 20
------------------------------	--------------------------------------	-----------------



Figura A. 9 Grieta Longitudinal. Carril 4

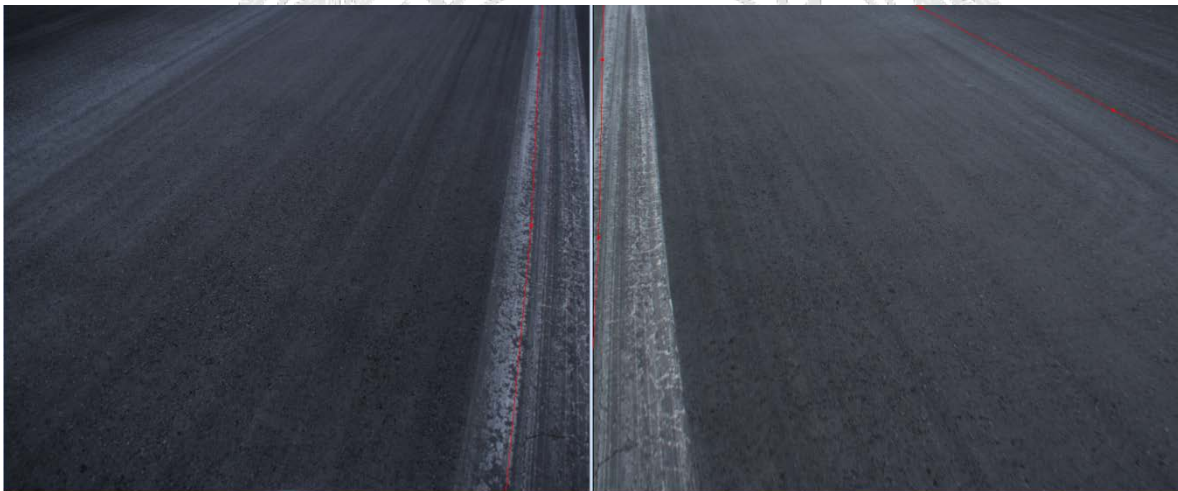


Figura A. 10 Piel de lagarto. Carril 4